FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1965

N° 374

# THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

**BERTIN, Jean-Pierre,**

Né le 27 Septembre 1938, à Romilly-sur-Seine (Aube)

EXTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS.

*Présentée et soutenue publiquement le*

# MESURE ÉLECTROMYOGRAPHIQUE DE LA CHRONAXIE D'UNE FIBRE MUSCULAIRE ÉLÉMENTAIRE

Président : Mr. H. DESGREZ, Professeur.

DUPUYTREN-COPY
9, Rue Dupuytren,
Paris (6e)
1965

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1965 N°

# THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

**BERTIN, Jean-Pierre,**

Né le 27 Septembre 1938, à Romilly-sur-Seine (Aube)

EXTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS.

*Présentée et soutenue publiquement le*

# MESURE ÉLECTROMYOGRAPHIQUE DE LA CHRONAXIE D'UNE FIBRE MUSCULAIRE ÉLÉMENTAIRE

Président : Mr. H. DESGREZ, Professeur.

DUPUYTREN-COPY

9, Rue Dupuytren,

Paris (6e)

1965

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. ALAJOUANINE (T.), AUBIN (A.), BENARD (H.), BINET (L.), BULLIARD (H.), CADENAT (F.), CATHALA (J.), CHABROL (E.), CHAILLEY-BERT (P.), DEBRE (R.), FEY (B.), GALLIARD (H.), GAUDART D'ALLAINES (F. de), GENNES (L. de), HALPHEN (E.), HAZARD (R.), HEUYER (G.), LAROCHE (G.), LAVIER (G.), LELONG (M.), LEVY-SOLAL (E.), LIAN (C.), MATHIEU (P.), MONOD (R.), MOREAU (R.), MOULONGUET (P.), MOUQUIN (M.), OLIVIER (E.), PASTEUR VALLERY-RADOT, PETIT-DUTAILLIS (D.), PIEDELIEVRE (R.), QUENU (J.), RICHET (C.), SENEQUE (J.), STROHL (A.), TANON (L.), VERNE (J.).

DOYEN : ..... Gaston CORDIER

1er ASSESSEUR : ..... Daniel BARGETON
2me ASSESSEUR : ..... Paul CASTAIGNE

## I.- PROFESSEURS

### 1°)- CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

#### a)- Professeurs titulaires :

| | MM. |
|---|---|
| Anatomie | DELMAS (A.) |
| Anatomie pathologique | DELARUE (J.) |
| Anesthésiologie | BAUMANN (J.) |
| Biochimie médicale | JAYLE (M.-F.) |
| Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports | MALMEJAC (J.) |
| Biologie médicale | FAUVERT (R.) |
| Biophysique médicale | BUGNARD (L.) |
| - - | DOGNON (A.) |
| - - | DJOURNO (A.) |
| Cancérologie médicale et sociale | BERNARD (J.) |

MM.

| | |
|---|---|
| Chimie pathologique | SCHAPIRA (G.) |
| Embryologie | TUCHMANN (H.) |
| Histoire de la médecine et de la chirurgie | JOANNON (P.) |
| Histologie | GIROUD (A.) |
| Hygiène et médecine préventive | BOYER (J.) |
| Médecine du Travail | DESOILLE (H.) |
| Médecine légale | DEROBERT (L.) |
| Microbiologie (Bactériologie et virologie) | FASQUELLE (R.) |
| Parasitologie | BRUMPT (L.-C.) |
| Pathologie chirurgicale | LAURENCE (G.) |
| Pathologie exotique | N... |
| Pathologie expérimentale et comparée | MERKLEN (F.-P.) |
| Pathologie médicale | LAROCHE (Cl.) |
| - - | BRICAIRE (H.) |
| Pathologie respiratoire | TURIAF (J.) |
| Pathologie et thérapeutique générales | DEPARIS (M.) |
| Pharmacologie | CHEYMOL (J.) |
| Physiologie | BARGETON (D.) |
| - | PARROT (J.) |
| Physiologie et pathologie obstétric. | LEPAGE (F.) |
| Radiologie médicale | DESGREZ (H.) |
| Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale | CAUCHOIX (J.) |
| Thérapeutique | CONTE (M.) |
| Thérapeutique appliquée | LAMOTTE (M.) |

b)- Professeurs à titre personnel :

| | |
|---|---|
| Anatomie anthropologique | OLIVIER (G.) |
| Biochimie médicale | ( DESGREZ (P.) |
| | ( POLONOVSKI (J.) |
| Biologie médicale | BOURLIERE (F.) |
| Pharmacologie | LEVY (Mlle J.) |
| Physiologie | DEJOURS (P.) |
| Physique médicale | ( KELLERSHOHN (L.) |
| | ( GOUGEROT (L.) |
| Radiologie médicale | FISCHGOLD (H.) |

## 2°)- CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

### a)- Professeurs titulaires :

| | | MM. |
|---|---|---|
| Clinique carcinologique chirurgicale (Necker) | | REDON (H.) |
| Clinique cardiologique (Broussais) | | SOULIE (P.) |
| Cliniques chirurgicales | ( Beaujon | LORTAT-JACOB (J.-L.) |
| | ( Cochin | LEGER (L.) |
| | ( Hôtel-Dieu | PATEL (J.) |
| | ( Pitié | CORDIER (G.) |
| | ( Saint-Antoine | GOSSET (J.) |
| | ( Salpêtrière | SICARD (A.) |
| | ( Tenon | OLIVIER (Cl.) |
| Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades) | | FEVRE (M.) |
| Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin) | | MERLE d'AUBIGNE (R.) |
| Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais) | | DUBOST (Ch.) |
| Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laënnec) | | MATHEY (J.) |
| Clinique endocrinologique (Pitié) | | DECOURT (J.) |
| Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades) | | LAMY (M.) |
| Clinique gynécologique (Broca) | | HUGUIER (J.) |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis) | | DEGOS (R.) |
| Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades) | | TURPIN (R.) |
| Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard) | | MOLLARET (P.) |
| Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne) | | DELAY (J.) |
| Clinique des maladies métaboliques (Necker) | | HAMBURGER (J.) |
| Clinique des maladies du sang (Broussais) | | MARCHAL (G.) |
| Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière) | | CASTAIGNE (P.) |

MM.

| | | |
|---|---|---|
| Cliniques médicales | ( Broussais | MILLIEZ (P.) |
| | ( Broussais | LENEGRE (J.) |
| | ( Cochin | BROUET (G.) |
| | ( Hôtel-Dieu | BARIETY (M.) |
| | ( Lariboisière | SEZE (S. de) |
| | ( Pitié | DREYFUS (G.) |
| | ( Saint-Antoine | KOURILSKY (R.) |
| | ( Saint-Antoine | BOUDIN (G.) |
| Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat) | | DEBRAY (Ch.) |
| Clinique médicale infantile de pédiatrie sociale (Enfants-Malades) | | MARIE (J.) |
| Clinique médicale propédeutique (Broussais) | | JUSTIN-BESANÇON (L.) |
| Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu) | | DEROT (M.) |
| Clinique de neuro-chirurgie (Pitié) | | DAVID (M.) |
| Clinique neurologique (Salpêtrière) | | GARCIN (R.) |
| Cliniques obstétricales | ( Baudelocque | LACOMME (M.) |
| | ( Foch (Suresnes) | MERGER (R.) |
| Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal) | | VARANGOT (J.) |
| Clinique ophtalmologique | (Hôtel-Dieu) | RENARD (G.) |
| - - | (Cochin) | OFFRET (G.) |
| Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière) | | AUBRY (M.) |
| Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul) | | N... |
| Clinique de pneumo-phtisiologie (Laënnec) | | BERNARD (E.) |
| Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière) | | MICHAUX (L.) |
| Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin) | | COSTE (F.) |
| Clinique stomatologique (Salpêtrière) | | DECHAUME (M.) |
| Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard) | | ROUX (M.) |
| Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine) | | LEMAIRE (A.) |
| Clinique toxicologique | | GAULTIER (M.) |
| Clinique urologique (Cochin) | | ABOULKER (P.) |

MM.

Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique ..... PADOVANI (P.)
Séméiologie médicale ..... DOMART (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales ..... POILLEUX (F.)
Séméiologie traumatique et orthopéd. ..... JUDET (R.)
Clinique urologique (Necker) ..... COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau) ..... N...

b)- Professeurs à titre personnel :

MM.

Hydrologie et climatologie ..... GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses ..... BASTIN (R.)
Médecine ..... ( AZERAD (E.)
( BOUR (H.)
( LAMBLING (A.)
( LHERMITTE (F.)
( PEQUIGNOT (H.)
( PERRAULT (M.)
( SIGUIER (F.)
( WORMS (R.)
Oto-Rhino-Laryngologie ..... MADURO (R.)
Pneumo-Phtisiologie ..... KREIS (B.)
Rhumatologie ..... DELBARRE (F.)

II.- PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES ET MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES

MM.

Anatomie ..... ( CABROL (C.)
( COUINAUD (C.)
( GILLOT (C.)
( HUREAU (J.)
Anatomie pathologique ..... ( GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.)
( Pr. s. ch.
( ABELANET (R.)
( CHOMETTE (G.)
( GOUYGOU (Ch.), Pr.s.ch.
(NEZELOFF (Ch.)
( ORCEL (L.)
( PAILLAS (J.)

MM.

| | |
|---|---|
| Anesthésiologie | ( N. du BOUCHET (Mme)<br>( KERN (E.)<br>( VOURC'H (G.) |
| Bactériologie | ( BARBIER (P.), Pr.s.ch.<br>( CHRISTOL (D.)<br>( DAGUET (G.)<br>( LE MINOR (L.)<br>( TOURNIER (P.) |
| Biochimie médicale | ( BAULIEU (Et.), M.conf.<br>( BOURILLON (R.)<br>( CARTIER (P.), Pr.s.ch.<br>( CORNILLOT (P.)<br>( DREYFUS (J.-Cl.)<br>( GONNARD (P.)<br>( JEROME (H.)<br>( KRUH (J.)<br>( LEGRAND (J.-Cl.)<br>( NORDMANN (J.) |
| Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports | PLAS (F.) |
| Biologie médicale | ( BENHAMOU (J.-P.)<br>( BOIVIN (P.)<br>( HARTMANN (L.) |
| Carcinologie | ( Pr.s.ch.<br>( BOIRON (M.)<br>( DENOIX (P.)<br>( MATHE (G.)<br>( SELIGMANN (M.) |
| Cardiologie | HATT (P.-Y.) |
| Dermato-Syphiligraphie | ( CIVATTE (J.)<br>( DUPERRAT (B.)<br>( HEWITT (J.)<br>( TOURAINE (R.) |
| Electro-Radiologie | ( HEITZ (F.),<br>( M. Conf.<br>( LEDOUX-LEBARD (G.) |
| Embryologie | ROUX (Ch.) |
| Hématologie | ( BESSIS (M.)<br>( BILSKI-PASQUIER (G.<br>( DAUSSET (J.)<br>( DUHAMEL (G.) |

MM.

| | |
|---|---|
| Histologie | ( COUJARD (R.),Pr.s.ch.<br>( DA LAGE<br>( MAROIS (M.)<br>( RACADOT (J.)<br>( SCHRAMM (B.) |
| Hydrologie | ( BESANÇON (F.)<br>( CORNET (A.) |
| Hygiène | ( BLANCHER (G.)<br>( CORRE-HURST (Mme L.)<br>( ROUSSEL (A.)<br>( SAPIN-JALOUSTRE (H.) |
| Maladies infectieuses | ( DUPONT (V.)<br>( LISSAC (J.)<br>( RAPIN (M.) |
| Maladies métaboliques | ( ANTOINE (B.)<br>( CROSNIER (J.)<br>( RICHET (G.)<br>( SEBAOUN (J.) |
| Médecine légale | ( BOURGUIGNON (A.)<br>( FOURNIER (E.)<br>( GUENIOT (M.)<br>( HADENGUE (A.) |
| Médecine du travail | ALBAHARY (C.) |
| Neuro -chirurgie | PERTUISET (B.) |
| Neuro-Psychiatrie | ( CAMBIER (J.)<br>( CATHALA (H.)<br>( ESCOUROLLE (R.)<br>( GAUTIER (J.-Cl.)<br>( LAPRESLE (J.)<br>( LEREBOULLET (J.)<br>( PICHOT (P.)<br>( TARDIEU (G.) |
| Obstétrique | ( GRANJON (A.)<br>( HERVET (E.)<br>( LE LORIER (G.)<br>( LEVY (J.)<br>( LEWIN (D.)<br>( MUSSET (R.)<br>( ROBEY (M.)<br>( SENEZE (J.)<br>( SUREAU (C.)<br>( TCHOBROUTSKY (Mme C.)<br>( THOYER-ROZAT (J.) |

MM.

Ophtalmologie ..... ( AUVERT (Mme B.)
( BREGEAT (P.)
( DUBOIS (A.)
( FONTAINE (Mme M.)
( SARAUX (H.)

Orthopédie ..... ( DUPARC (J.)
( MAURER (P.)
( MEARY (R.)
( POSTEL (M.)
( RAMADIER (J.)

Oto-Rhino-Laryngologie ..... ( DEBAIN (J.)
( PIALOUX (P.)
( SERGENT (H.)

Parasitologie ..... ( GOLVAN (Y.)
( HO THI SANG (Mlle)
( LAPIERRE (J.)

Pathologie chirurgicale ..... ( BARCAT (J.)
( BINET (J.-P.)
( BLONDEAU (Ph.)
( CERBONNET (G.)
( CHATELIN (C.-L.)
( DAUTRY (P.)
( DEMIRLEAU
( DUBOST (Cl.)
( FAUREL (J.)
( FLABEAU (F.)
( GALEY (J.-J.)
( GARBAY (M.)
( GARNIER (H.)
( GAUDART d'ALLAINES (Cl. de)
( GERMAIN (A.)
( LATASTE (J.)
( LOYGUE (J.)
( MAILLARD (J.-N.)
( MERCADIER (M.)
( NATALI (J.)
( PELLERIN (D.)
( PERROTIN (J.)
( PREMONT (M.)
( ROBERT (H.)
( THOMERET (G.)
( VAYSSE (J.)

MM.

Pathologie exotique ..... SCHNEIDER (J.)

Pathologie expérimentale .....
( BERTHAUX (P.)
( COTTENOT (Fr.)
( LOEPER (J.),Pr.s.ch.
( MAURICE (J.)
( MIKOL (Cl.)
( PAUPE (J.-R.)

Pathologie médicale .....
( ACAR (J.)
( AUQUIER (L.)
( AUSSANNAIRE (M.)
( BEAUMONT (J.-L.)
( BERNIER (J.-J.)
( BOUVIER (J.)
( BOUVRAIN (Y.)
( BRISSAUD (H.)
( BROCARD (H.)
( BUGE (A.)
( CANIVET (J.)
( CARLOTTI (J.)
( CATINAT (J.)
( CHRETIEN (J.)
( CLOAREC (M.)
( COBLENTZ (B.)
( CONTAMIN (F.)
( COURY (C.)
( DEBRAY (J.)
( ETIENNE (J.-P.)
( FREZAL (J.)
( FRITEL (D.)
( FUNCK-BRENTANO (J.-L.)
( GRIVAUX (M.)
( HAZARD (J.)
( HENNEQUET (A.)
( HIMBERT (J.)
( HOUSSET (E.)
( LAGRUE (G.)
( LESOBRE (R.)
( LEVEQUE (B.)
( MACREZ (C.)
( MOREAU (L.)
( NENNA (A.)
( NICK (J.)
( POULET (J.)

MM.

Pathologie médicale ..... ( ROYER (P.)
( TCHERDAKOFF (Ph.)
( THIBAULT (Ph.)
( TOURNEUR (R.)
( VILLIAUMEY (J.)
( WOLFROMM (R.)

Pédiatrie-Puériculture ..... ( ALAGILLE (D.)
( ALISON (J.)
( CANLORBE (P.)
( GORIN (R.)
( LAFOURCADE (J.)
( LEPERCQ (G.)
( LESTRADET (H.)
( MALLET (R.)
( MANDE (R.)
( MINKOWSKY (A.)
( MOZZICONACCI (P.)
( POLONOVSKI (C.)
( REY (J.)
( RIBIERRE (M.)
( ROSSIER (A.)
( VIALATTE (J.)

Pharmacologie ..... ( BOISSIER (J.)
( LECHAT (P.)

Physiologie ..... ( BARRES (G.)
( DURAND (J.)
( GIRARD (Fr.), M.Conf.
( HUGELIN (A.)
( LAURENT (D.)
( SCHERRER (J.),Pr.s.ch.
( VASSEUR (B.)

Physique médicale ..... ( CHANTEUR (J.)
( COURSAGET (J.)
( GREMY (F.), M. Conf.
( MILHAUD (G.)
( PAGES (J.-Cl.)
( PELLERIN (P.)
( ROUCAYROL (J.-C.),Pr.s.ch.
( TUBIANA (M.), M. Conf.

Pneumo-phtisiologie ..... ( DECROIX (G.)
( ISRAEL (L.)
( MEYER (A.)
( RENAULT (P.)
( SORS (Ch.)

| | MM. |
|---|---|
| Psychiatrie infantile | DENIKER (P.) |
| | DUCHE (D.) |
| | FLAVIGNY (H.) |
| Radiologie médicale | DUBOST (J.) |
| | LEFEBVRE (J.) |
| | MICHEL (J.-R.) |
| Rhumatologie | MASSIAS (P.) |
| Stomatologie | CAUHEPE (J.) |
| | CERNEA (P.) |
| | CHAPUT (Mme A.), M.C.Agr. |
| | CREPY (Cl.) |
| | FLEURY (R.) |
| | GRELLET (M.) |
| Thérapeutique | CHASSAGNE (P.) |
| | FOUET (P.) |
| | LABET (R.) |
| | MARCHE (J.) |
| Urologie | AUVERT (J.) |
| | MOULONGUET (A.) |
| | QUENU (L.) |

## III.- PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

| | MM. |
|---|---|
| Anatomie | DEBEYRE (J.) |
| Clinique chirurgicale | VERNE (J.-M.) |
| Clinique médicale | RAMBERT (P.) |
| | THIEFFRY (S.) |
| | GRASSET (J.) |
| Clinique obstétricale | MAYER (M.) |
| | MORIN (P.) |
| Clinique ophtalmologique | DESVIGNES (P.) |
| Clinique pédiatrique et puériculture | LAPLANE (R.) |
| Clinique psychiatrique | BARUK (H.) |
| Clinique urologique | KUSS (R.) |

## IV.- PROFESSEURS DETACHÉS DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie ..... HAUDUROY (P.), Pr.s.ch.
Pathologie chirurgicale ..... RUDLER (J.), Pr. s. ch.

## V.- CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

BOLTANSKI (E.)
LAUNAY (C.)

Secrétaire général de la Faculté ..... M. LENA (J.)

Conseiller administratif ..... Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine ..... M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateurs ..... Mlles DUMAITRE (P.),
LE NOIR (G.)
QUIEVREUX (E.)

Bibliothécaires ..... Mmes CONTET (J.)
FORGET (F.)
Mlle LAURENT (H.)
Dr. SCHILLER (J.)

---

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

En témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance.

A MA FEMME

A MA BELLE-MÈRE

A Monsieur le Docteur Michel LACHÈZE, mon beau-père.

A MA FAMILLE

A MONSIEUR LE PROFESSEUR Henri DESGREZ

Chevalier de la Légion d'Honneur

Professeur à la Faculté de Paris

Membre de l'Académie Nationale de Médecine

Electro-radiologiste des Hôpitaux

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

A MONSIEUR LE DOCTEUR Raymond PICHARD

Electro-radiologiste des Hôpitaux

Qui nous a inspiré ce sujet de thèse.

A MONSIEUR LE DOCTEUR Bernard MENSCH

Attaché d'Electro-radiologie des Hôpitaux de Paris

Chef de Travaux pratiques à la Faculté

Qui nous a guidé dans notre travail.

A MES MAÎTRES D' EXTERNAT

Monsieur le Professeur Jean GOSSET

Monsieur le Professeur Agrégé Jacques LEFEBVRE

Monsieur le Professeur Agrégé Jean DUBOST

Monsieur le Professeur Agrégé Jean-René MICHEL

A MESSIEURS LES DOCTEURS

Jean LEBEAU

Attaché d'Electro-radiologie
des Hôpitaux de Paris

et Roger KHOYAN

A MES AMIS

# MESURE ELECTROMYOGRAPHIQUE DE LA CHRONAXIE D'UNE FIBRE MUSCULAIRE ELEMENTAIRE

***********
*****
*

# INTRODUCTION

L'Electrodiagnostic était, à l'origine, un procédé d'investigation du système neuro-musculaire qui utilisait exclusivement un stimulus externe électrique.

C'est la STIMULATION, qui étudie les réactions de l'organisme aux diverses formes de courant qu'on peut lui appliquer.

Or, le stimulus électrique externe agit sur le tissu qui, dans un premier temps très court, reste passif. Il se charge comme une capacité. Dès que la charge a atteint une certaine valeur, un niveau critique, l'élément tissulaire du point de vue électrique devient actif. Il en résulte un "état d'excitation", postérieur à la stimulation, source de "courants d'action".

C'est de là que naît l'électrodiagnostic de DETECTION.

Nous nous proposons, dans cet ouvrage, de mesurer la CHRONAXIE d'une fibre musculaire élémentaire, par stimulation électrique, et de déterminer le seuil de la contraction par l'apparition de "POTENTIELS D'ACTION" musculaires de la fibre stimulée, sur un enregistrement électromyographique.

## RAPPEL ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE DE LA FIBRE MUSCULAIRE

Un bref rappel sur la constitution anatomique du muscle et son fonctionnement du point de vue électrophysiologique est nécessaire, ce qui amène à décrire l'"UNITE MOTRICE". Si la fibre musculaire est l'unité morphologique, l'unité motrice est l'unité fonctionnelle de la motricité volontaire.

L'unité motrice terminale de SHERRINGTON, ou grappe myoneurale de LAPICQUE, est constituée par un neurone des cornes antérieures de la moelle, le cylindraxe émis par ce neurone, et les fibres musculaires auxquelles se distribuent les arborisations terminales de ce cylindraxe. Une seule fibre nerveuse donne donc des filets à un certain nombre de fibres musculaires, pouvant varier d'un muscle à l'autre de 3 à 2000.

Comme l'a montré ADRIAN, les influx nerveux sont composés de trains d'éléments tous semblables, ou POTENTIELS D'ACTION NERVEUX (P.A.N.). Ce sont des différences de potentiels négatives de 20 à 50 microvolts, dont la durée est de l'ordre du millième de seconde. La majorité des auteurs admettent que, pour le muscle strié, à chaque Potentiel d'Action Nerveux correspond un Potentiel d'Action Musculaire et une contraction, suivie aussitôt de décontraction de toutes les fibres de la grappe myoneurale.

Les différentes grappes d'un muscle ne se contractent pas en synchronisme ; l'interférence des

tétanos incomplets de chaque grappe myoneurale donne à la contraction volontaire son apparente continuité.

L'amplitude enregistrée est en moyenne de 10 à 200 microvolts, pouvant atteindre exceptionnellement 500 microvolts. Il semble que cette amplitude reste constante quelle que soit l'intensité de la contraction demandée. Cependant, BUCHTAL et CLEMMENSEN signalent que cette amplitude peut varier. Ils admettent, en effet, avec ASMUSSEN, que, dans l'unité motrice, toutes les fibres ne participent pas d'une manière continue à l'activité de l'unité. Ce serait alors le plus ou moins grand nombre de fibres actives de cette unité qui conditionnerait l'amplitude des potentiels d'action recueillis. Or, de telles variations ont été observées au cours d'enregistrements de longues durées de l'ordre de 12 minutes.

# H I S T O R I Q U E

Ce n'est qu'en 1780, au laboratoire de GALVANI, que l'électricité entre dans le domaine de la physiologie.

En effet, GALVANI, ayant disséqué plusieurs grenouilles pour en étudier le système nerveux, les suspendit à un balcon en fer, au moyen de petits crochets de cuivre qui passaient par les nerfs lombaires. Toutes les fois que, dans le mouvement de balancement que le hasard leur imprimait, ces nerfs touchaient le fer, il arrivait que les grenouilles, mortes et mutilées, manifestaient de vives convulsions. GALVANI attribua ce phénomène au développement de fluide particulier. Mais bientôt VOLTA, s'emparant de cette découverte, démontra que le prétendu fluide nerveux n'existait pas, et que l'on se trouvait en présence de phénomènes électriques.

Puis, entre 1780 et 1797, les travaux de GALVANI montrent l'existence de "Potentiels de repos" et les courants d'action.

En 1848, le physiologiste allemand DU BOIS REYMOND considère séparément les phénomènes d'excitation par les courants extérieurs et la production de courants d'action. Il résume ses conclusions dans la loi qui porte son nom : "L'excitation électrique des nerfs et des muscles est fonction de la vitesse avec laquelle varie la densité du courant", ou plus simplement : "L'excitation est produite uniquement par la variation d'intensité".

D'après la loi de DU BOIS REYMOND, plus le temps pendant lequel se fait la variation d'intensité serait court, plus l'excitation serait vive. Autrement dit : "Pour produire la même excitation, il faudra une variation d'intensité d'autant plus grande que le temps mis à produire cette variation aura été plus grand".

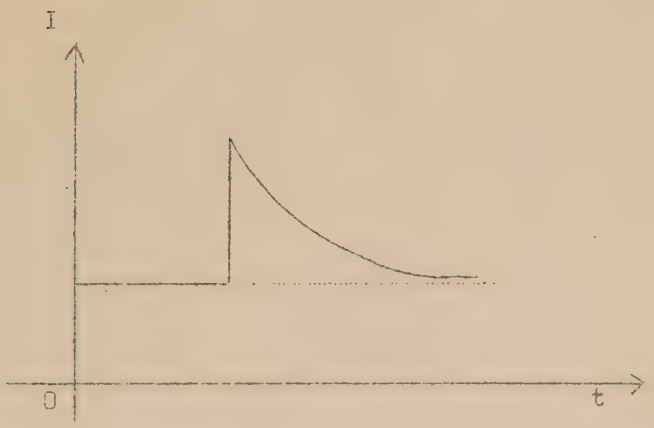
En 1882, d'ARSONVAL introduit l'excitation par décharge de condensateurs.

En 1892, HOORWEG a pu réaliser des durées de courant beaucoup plus courtes (de l'ordre de 2 à 3/100 de seconde) et observe que, pour obtenir le seuil, il faut un voltage de décharge plus élevé lorsqu'on utilise une faible capacité, bien que, dans ce cas, la variation de courant soit plus rapide.

Dans ces appareils, la bobine d'induction est remplacée par un dispositif de décharge d'un condensateur de faible capacité. Seule est utilisée l'onde exponentielle de décharge sous l'étiquette homofaradique. La suppression de l'interrupteur mécanique, la possibilité de régler indépendamment la fréquence, la durée et l'intensité des décharges constituent un progrès réel sur la bobine. Le premier de ces dispositifs, réalisé par DELHERM et LAQUERRIERE, comporte un condensateur chargé par le courant de secteur redressé par une lampe à deux électrodes. Les bornes sont reliées à un circuit contenant un éclateur, une deuxième lampe à deux électrodes et le malade. Lorsque la différence de potentiel aux bornes du condensateur est égale à la tension d'amorçage de l'éclateur, il se décharge dans le circuit d'utilisation comprenant le malade jusqu'à ce que la tension baisse à la valeur de désamorçage. Il se décharge alors de nouveau et ainsi de suite. La fréquence des décharges est réglée en faisant varier le chauffage de la lampe assurant la décharge du condensateur. L'intensité des décharges est conditionnée par le chauf-

fage de la lampe en série avec éclateur et malade. (L'éclateur est choisi de telle sorte que cette lampe fonctionne à saturation). La durée des décharges varie suivant la capacité du condensateur. Le courant obtenu est constitué par une série d'impulsions d'intensité, de fréquence et de durée réglables indépendamment les unes des autres et indépendantes de la résistance du sujet.

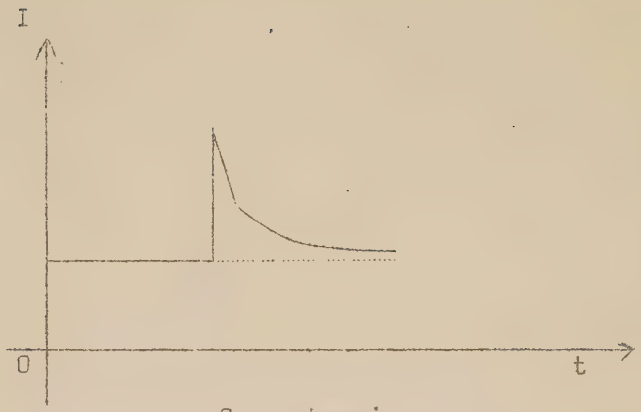
FORME DU COURANT




Résistance pure

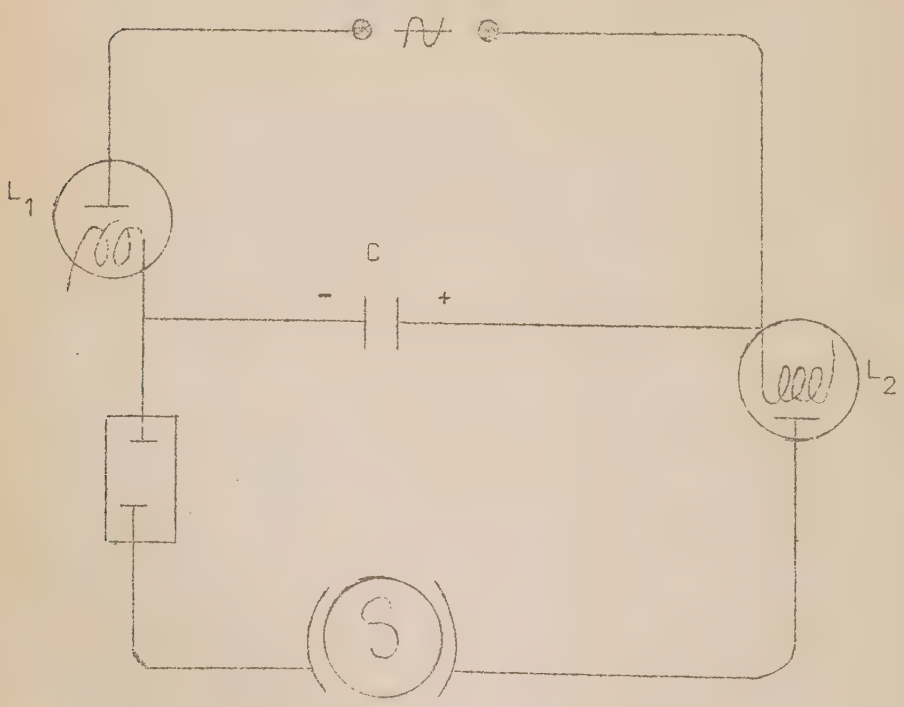
L'onde de décharge d'un condensateur à travers une résistance pure présente la forme d'une décroissance définie par les constantes du circuit.

La présence du corps humain modifie cette courbe : la décroissance de l'intensité, d'abord plus rapide, devient brusquement plus lente, ces deux segments se raccordant par un angle obtus. Dans l'ensemble, elle décrit un clocher plus abrupt.



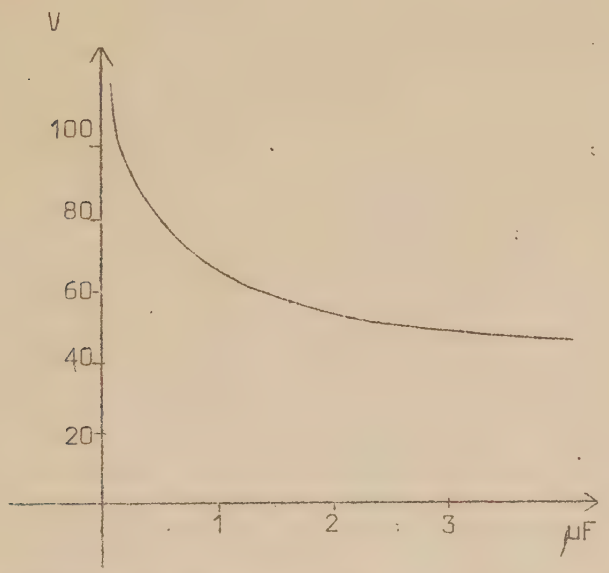

Corps humain

SCHEMA DE MONTAGE DU GENERATEUR A COURANT FARADIQUE
PAR DECHARGE DE CONDENSATEUR



Il réussit à établir la relation qui porte le nom de LOI de HOORWEG, selon laquelle V , le voltage de décharge, est égal à une certaine constante pour une préparation donnée, augmentée d'une quantité inversement proportionnelle à C, la capacité du condensateur.

La relation qui relie V à C est donc représentée par une hyperbole équilatère. Mais, étant donné la forme complexe du courant utilisé, HOORWEG ne put établir indiscutablement la relation qui lie le voltage liminaire au temps de passage.




Représentation de la loi de HOORWEG : $V = aR + \frac{b}{C}$

Capacité en microfarads

En 1901, WEISS reprend les recherches en utilisant des ondes rectangulaires du courant continu, et peut, grâce à la mise au point du rhéotome balistique, étudier l'effet d'échelons rectangulaires de durée très brève (de l'ordre du millième de seconde).

Il constata une relation linéaire entre la quantité d'électricité nécessaire pour obtenir le seuil et le temps de passage correspondant. D'où la loi d'excitation connue sous le nom de : LOI de WEISS :

"Quand, pour produire la réponse minimale, on porte une action électrique sur un nerf ou sur un muscle, cette excitation doit mettre en jeu une quantité d'électricité constante, plus une quantité proportionnelle à la durée de la décharge".

"Tout se passe, ajoute WEISS, comme s'il fallait pour exciter un nerf une quantité constante d'électricité, et qu'il faille en plus, pendant toute l'opération, combattre sans cesse un processus de retour à l'état premier à l'aide d'une autre quantité d'électricité proportionnelle à la durée de l'action".

Si, pour un même organe, on fait varier les conditions expérimentales et l'on construit les courbes d'excitation relative à chaque disposition du circuit, on s'aperçoit que toutes les courbes de WEISS peuvent être superposées par un changement convenable de l'échelle des ordonnées. Toutes les droites correspondantes se coupent en un point fixe de l'axe des abscisses qui correspond à l'ordonnée 0. L'abscisse de ce point est obtenu en annulant le premier membre de la formule de WEISS. Le temps obtenu, d'abscisse négative, a pour valeur absolue le rapport de deux constantes, et il représente donc une caractéristique d'excitabilité de l'organe considéré.

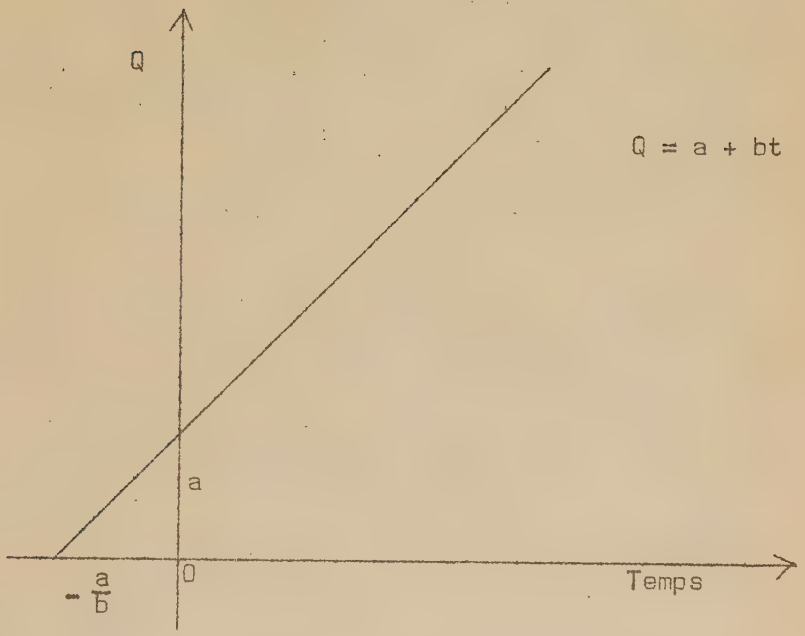
Considérons, en effet, la formule de la loi de WEISS relative à l'hyperbole des intensités

$$I = \frac{a}{t} + b$$

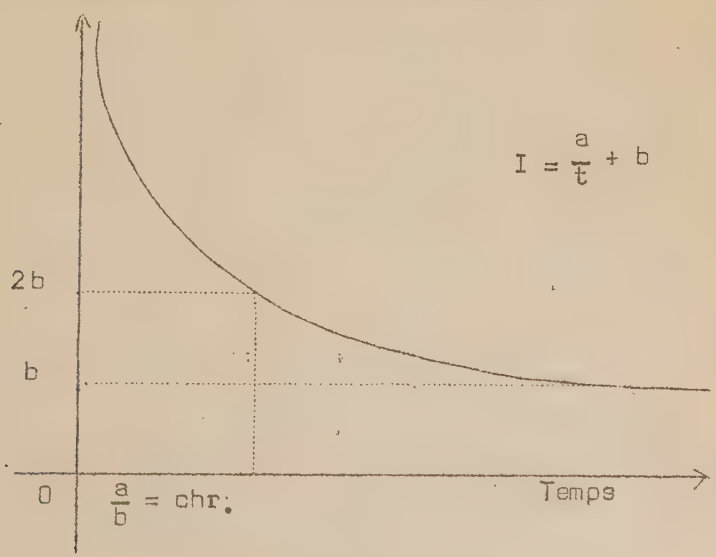
Dans le cas présent, t est un terme relativement grand ;

$\frac{a}{t}$ s'efface devant b ; et l'on a $I = b$. Pour rechercher ensuite la chronaxie, on double la valeur

Représentation de la loi de WEISS




Représentation de la loi de HOORWEG-WEISS



de cette intensité qui équivaut alors à 2 b, et l'on cherche la durée de passage minimale, susceptible de produire le seuil d'excitabilité avec le courant dont la rhéobase a ainsi été doublée. Le temps t trouvé donnera la valeur de la chronaxie. En effet, si, dans la formule de Weiss, nous prenons I = 2 b , ainsi que nous l'avons fait, nous aurons :

$$2\,b = \frac{a}{t} + b \qquad \text{ou} \qquad b = \frac{a}{t}$$

Enfin $t = \frac{a}{b}$ . La durée t du courant excitateur double de la rhéobase sera donc précisément le rapport $\frac{a}{b}$ . Ce sera la CHRONAXIE.

Cette courbe est une hyperbole équilatère qui se termine par une asymptote parallèle à l'axe des abscisses dont la valeur se confond pratiquement avec l'intensité liminaire minimale.

A cette hyperbole, correspond une droite représentant les quantités quand on porte en ordonnées les quantités d'électricité liminaire.

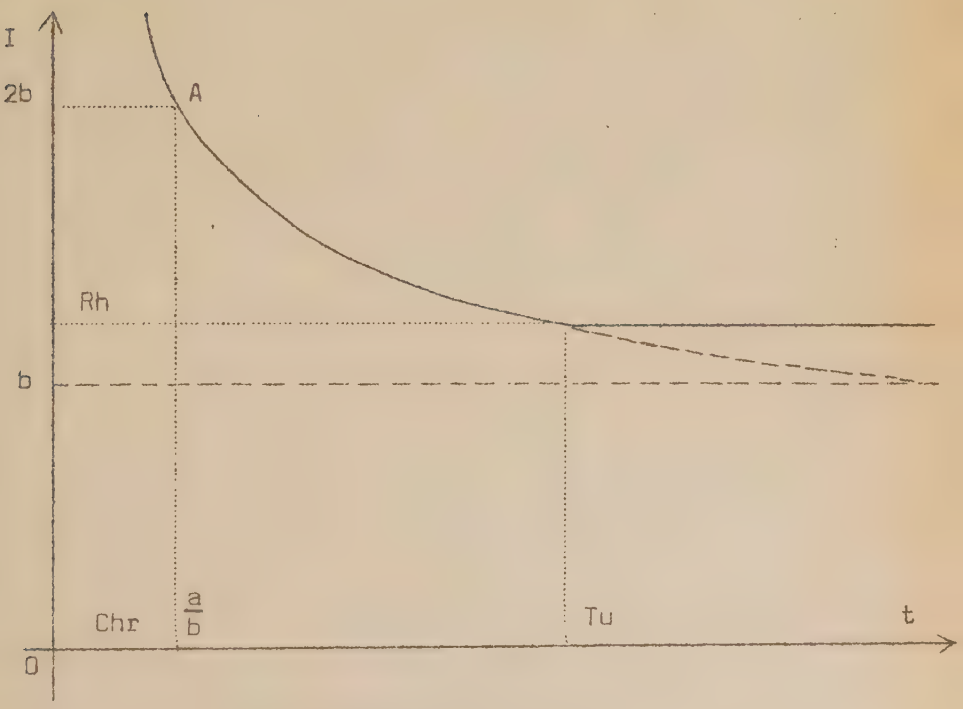
En 1909, Mr. et Mme LAPICQUE, pour éviter les discussions auxquelles peut être sujette la loi de WEISS, qui n'est qu'une loi approchée, ont proposé de substituer aux déductions du calcul une manière empirique de considérer les choses : ils considèrent que l'excitabilité est caractérisée par deux paramètres : la RHEOBASE et la CHRONAXIE, dont on peut donner, comme ils l'ont fait, une définition empirique.

La "RHEOBASE" : c'est l'intensité minimale nécessaire pour qu'un courant de durée indéfiniment prolongée soit efficace. Elle n'est autre chose que le seuil pour des courants longs, galvaniques. Elle est égale à l'ordonnée de l'asymptote horizontale de l'hyperbole de HOORWEG - WEISS et à la pente de la

droite de Weiss.

La "CHRONAXIE" est le temps de passage liminaire d'une onde rectangulaire dont l'intensité est double de la rhéobase. En revenant aux formules, on voit que la chronaxie a la même valeur que le rapport de Weiss, précédé cette fois du signe +. Elle est une caractéristique d'excitabilité de la préparation étudiée.

Le "TEMPS UTILE" est le temps de passage au-delà duquel une augmentation de la durée du courant n'abaisse plus l'intensité efficace. Pour les préparations courantes, il est égal à environ 10 fois la chronaxie.




Approximation de LAPICQUE

La rhéobase Rh (définie comme l'intensité qu'il faut appliquer pour avoir la contraction liminaire au temps utile T.U.) vaut environ

$$\frac{II}{10}\ b$$

(ordonnée de l'asymptote horizontale de Hoorweg-Weiss). En portant les coordonnées du point A dans l'équation correspondante, on voit que la chronaxie Chr. vaut environ

$$\frac{8}{10} \cdot \frac{a}{b} \quad \text{(rapport de Weiss).}$$

On obtient à peu près la même valeur en considérant que T.U = 10 Chr.

On en déduit, d'après la formule de WEISS, une valeur de la rhéobase très légèrement supérieure à l'ordonnée de l'asymptote horizontale de l'hyperbole de Hoorweg-Weiss (valeur de l'intensité liminaire pour une durée infinie). Si on cherche l'intersection de l'horizontale représentant deux fois la rhéobase ainsi calculée avec l'hyperbole de Hoorweg-Weiss, on trouve une chronaxie légèrement inférieure à la valeur théorique. Mais ces écarts de l'ordre de 10 à 20 % ne sont pas gênants, à la précision où on travaille en clinique ; d'autant qu'on ne peut utiliser de courant de durée rigoureusement infinie. Ainsi, l'excitabilité est caractérisée par sa grandeur (rhéobase) et sa vitesse (chronaxie).

## PROCEDE DE LAPICQUE ET DE BOURGUIGNON

Ces auteurs utilisent la propriété qu'ont les condensateurs de donner par leur décharge des ondes électriques dont la durée est proportionnelle à leur capacité. Si l'on connaît, en effet, la capacité "C" des condensateurs et la résistance "R" de leur circuit de décharge, on peut, en introduisant le produit "RC" dans la formule, connaître le temps exact de la décharge des condensateurs.

En effet, en établissant un circuit de décharge d'une résistance fixe, et telle qu'elle puisse être considérée comme indépendante de celle du sujet à étudier, il suffira de connaître la capacité des condensateurs pour connaître la chronaxie.

LAPICQUE désigne la chronaxie par la lettre $\tau$. La capacité des condensateurs correspondant à la chronaxie est appelée, par BOURGUIGNON, $C\tau$.

Connaissant, dès lors, "R" et "$C\tau$", la formule de la chronaxie devient donc : $\tau = R\ C\ \tau \times K$.

"K" est une constante qui a été déterminée expérimentalement par plusieurs auteurs et dont la valeur est voisine de 0,37 pour LAPICQUE, de 0,31 pour CLUZET.

BOURGUIGNON a adopté, pour l'ensemble de ses travaux, la valeur déterminée par LAPICQUE : 0,37.

Il reste maintenant à déterminer la résistance du circuit ; cette résistance est constituée par la

résistance du sujet en expérience. Or, cette résistance est essentiellement variable et pratiquement impossible à calculer. La difficulté a été tournée en introduisant le sujet dans un circuit de résistance telle que sa résistance propre, ainsi que les phénomènes de polarisation deviennent négligeables.

LAPICQUE a réalisé le fait en introduisant le sujet dans un circuit dérivé, et BOURGUIGNON, reprenant le montage de LAPICQUE avec des résistances bien choisies, a réalisé un circuit de résistance constante quelle que soit la résistance propre du sujet. Mais, l'intensité étant en raison inverse de la résistance, il fallait veiller à ce que le circuit ne soit cependant pas trop résistant, de manière à ne pas trop abaisser l'intensité nécessaire à la bonne marche des expériences.

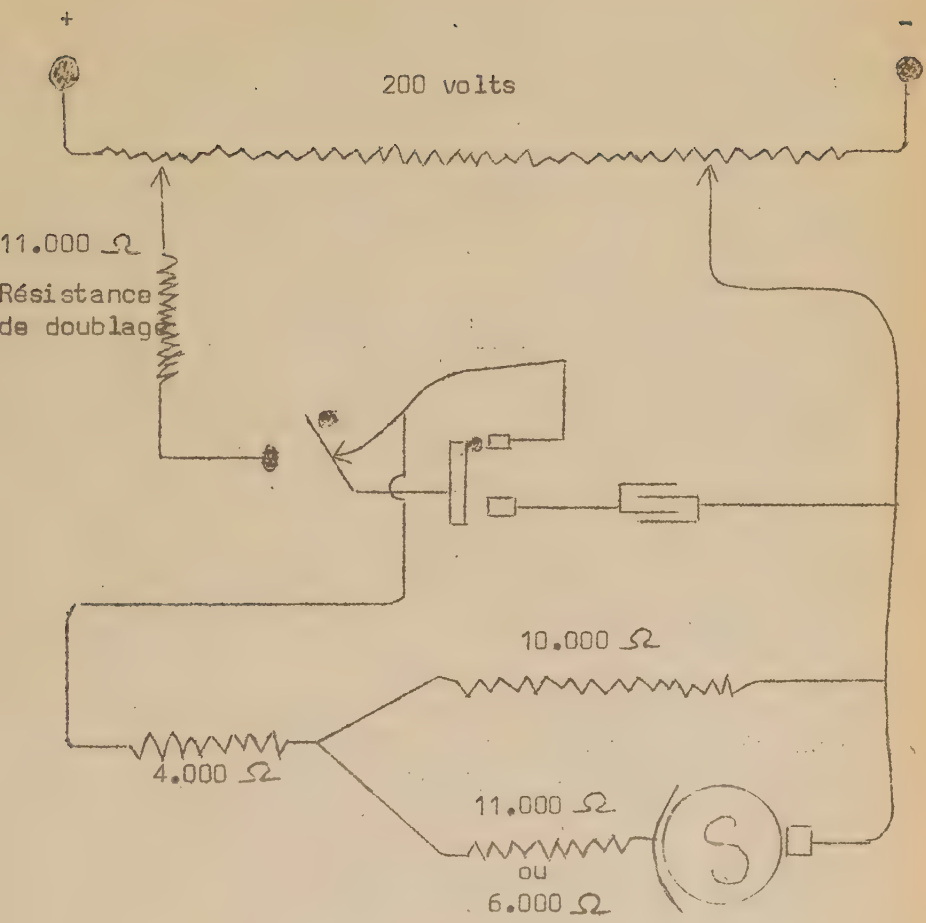
Voici comment BOURGUIGNON a réalisé le montage de son circuit :

(Cf. p. 25)

Il constitue un circuit dérivé et, dans l'une des branches de la dérivation, il intercale le sujet et 11.000 ohms en série avec lui.

Si, par expérience, on trouve un seuil galvanique trop élevé, cette première résistance peut, grâce à un commutateur, être abaissée à 6.000 ohms. Mais c'est le minimum compatible avec une précision suffisante.

Dans l'autre branche de la dérivation, BOURGUIGNON a également placé une résistance telle que l'intensité passant dans la branche du sujet soit suffisante et que les variations de la résistance réduite soient plus influencées par les variations étendues qui peuvent se produire dans la branche du sujet par suite de la résistance propre de ce dernier. Il est démontré par le calcul qu'une résistance de 10.000 ohms est celle qui réalise le mieux ces conditions.




BOURGUIGNON a choisi 11.000 ohms dans la branche du sujet pour avoir une résistance un peu supérieure à celle de l'autre branche.

Dans le circuit général, BOURGUIGNON ajoute encore 4.000 ohms pour atténuer les variations de la résistance réduite. Dans ce circuit, la "résistance réduite" est représentée par une fraction ayant au numérateur le produit des résistances des deux branches de la dérivation, et au dénominateur leur somme $\frac{r\,r'}{r+r'}$.

r = la résistance de 10.000 ohms de la première branche de la dérivation.

r' = la résistance de 11.000 ohms (ou 6.000) de la branche du sujet, plus la résistance propre du sujet et des électrodes.

La résistance totale "R" est la somme de la résistance réduite et des 4.000 ohms en série dans le circuit général.

$$R = \frac{r\ r'}{r + r'} + 4.000 \text{ ohms} .$$

Cette résistance totale du circuit, dans les conditions ci-dessus, est sensiblement indépendante de la résistance propre du sujet.

On voit, somme toute, que malgré sa complexité apparente, le montage de BOURGUIGNON est, au fond, assez simple et peut être réalisé sans grande difficulté.

La nécessité de doubler la rhéobase oblige à employer une source électrique à potentiel élevé. BOURGUIGNON comme STROHL emploient 200 volts, fournis par une batterie d'accumulateurs. Le réducteur de potentiel sans self est un réducteur à plots de Lapicque. Sa résistance ne doit pas dépasser 400 à 500 ohms.

## PROCEDE DE STROHL

STROHL utilise les ondes rectangulaires du courant continu. Il a fait construire un appareil extrêmement ingénieux, basé sur le principe du pistolet de WEISS, et qu'il a appelé l'EGERSIMETRE.

Cet appareil est monté de telle façon que la balle de la carabine du rhéotome balistique de Weiss est remplacée par une masse pesante qui, en tombant, fait basculer successivement deux leviers, lesquels, en position normale, c'est-à-dire avant la bascule, établissent les connexions des deux circuits réalisés dans le montage de Weiss.

Ces procédés, efficaces, gardent actuellement surtout un intérêt historique devant l'utilisation des appareils électroniques.

Que l'on opère par décharges de condensateurs comme le fait BOURGUIGNON, ou que l'on se serve de l'EGERSIMETRE de STROHL, ou encore d'un procédé électronique plus moderne, les précautions les plus minutieuses sont nécessaires.

Il faut employer des électrodes impolarisables. BOURGUIGNON utilisait pour cela des électrodes en argent, chlorurées électrolytiquement et recouvertes d'amiante imbibée d'une solution de chlorure de sodium à 4 pour 100.

L'électrode indifférente, de dimensions analogues à celles qu'on emploie dans l'électrodiagnostic classique, est fixée sur le dos ou sur la poitrine

par une bande de caoutchouc.

L'électrode exploratrice est constituée par un petit cylindre d'ébonite dans lequel est fixé un disque d'argent relié au fil conducteur et garni également d'amiante imbibée de solution chlorurée. Sa surface doit être proportionnée à la région à explorer ; elle sera de 1 à 4 cm2 selon les muscles ; d'Arsonval employait même, pour les tout petits muscles, une électrode qui n'a que quelques millimètres carrés de surface.

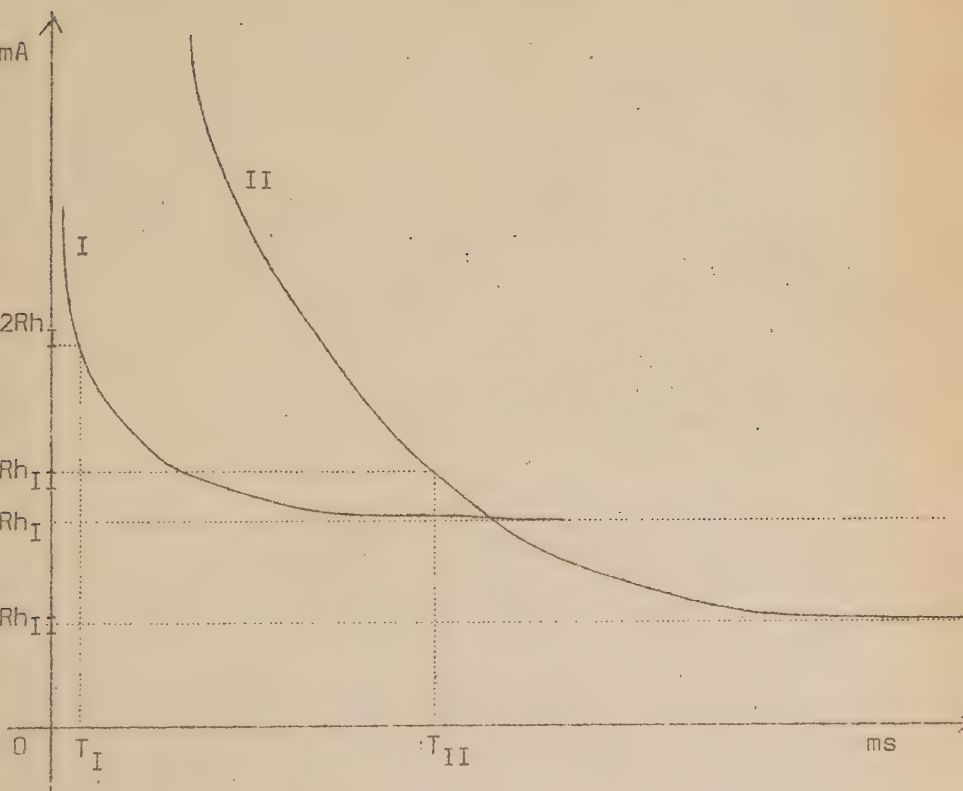
L'électrode doit être rigoureusement sur le point moteur et ne devra pas être dérangée pendant que l'on passera de la recherche de la Rhéobase à celle de la Chronaxie.

Il est inutile de répéter les précautions à prendre pour effectuer correctement un électrodiagnostic classique. Il faut qu'on sache bien que ces précautions doivent être poussées à l'extrême, car, là plus que dans l'examen classique, les moindres fautes risquent d'entacher les résultats d'importantes erreurs. Voyons plus en détail ces erreurs possibles.

## L'ERREUR DE FIBRE

Nous avons représenté, sur la figure, les courbes intensité - durée relatives à deux types de fibres:

- Fibre saine : type I
- Fibre dégénérée : type II.



Dans le cas où ces types de fibres existent conjointement dans une dégénérescence partielle, par exemple, la rhéobase mesurée avec le seuil le plus bas est celle de la fibre II, soit "Rh II".

Si l'on stimule en courant bref avec une intensité double, 2 Rh II, selon la durée du stimulus, on obtiendra d'abord la réponse de la fibre de type I.

Il est certain que, dans les conditions habituelles, la qualité mécanique de la réponse d'une fibre saine ne peut être confondue avec celle d'une fibre pathologique ; et, dans les cas idéaux, l'opérateur expérimenté ne tiendra pas compte de cette réponse brève et s'attachera à retrouver le même type de réponse qu'il a obtenue pour la rhéobase et augmentera la durée du stimulus jusqu'à ce qu'il obtienne la réponse de type II et de déterminer, par conséquent, le point II, soit Ch II.

Néanmoins, ce phénomène peut amener à des erreurs que l'on peut appeler "Erreur de FIBRE".

Cette "ERREUR DE FIBRE" peut être évitée, ainsi que l'ont montré MENSCH, CALVET, LEBEAU, MENSCH-DUCHENE et PICHARD, en associant l'enregistrement électromyographique du Potentiel d'Action Musculaire à la stimulation.

Dans cette technique, le seuil de la réponse n'est plus déterminé par la plus petite contraction visible, mais par le recueil du Potentiel d'Action Musculaire élémentaire.

Le rayon d'action d'une aiguille de BRONK étant très petit, on est à peu près certain, de cette façon, de ne tester qu'un seul type de fibre, celui dans lequel l'aiguille de recueil est implantée. La présence d'une fibre vive dans le voisinage ne sera pas perçue par l'aiguille. Et d'ailleurs, même le serait-elle, l'erreur serait tout de suite évitée, car la réponse électromyographique d'une fibre dégénérée (fibrillation) ne peut être confondue avec celle d'une fibre vive.

Ainsi, dans le cas d'une réponse mixte, il suffira d'augmenter suffisamment la durée du stimulus jusqu'à ce que l'on obtienne le même type de réponse que celui qui a été enregistré lors de la détermination de la rhéobase.

La difficulté de mise en oeuvre de cette technique est essentiellement celle que l'on rencontre chaque fois que l'on veut recueillir un électromyogramme en même temps que l'on stimule par un stimulus de longue durée.

Ce problème, facile à résoudre sur préparation physiologique, a été résolu sur l'homme par la technique de la téléstimulation introduite par R. HUMBERT.

Avant d'exprimer cette méthode, nous ferons un bref rappel relatif à l'ELECTROMYOGRAPHIE elle-même.

## RAPPEL DU PRINCIPE ET DE LA TECHNIQUE DE L'ELECTROMYOGRAPHIE

PRINCIPE -

Enregistrer un électromyogramme, c'est :

- recueillir les Potentiels d'Action prenant naissance dans un corps musculaire,
- les amplifier convenablement,
- et les inscrire sur papier.

Cet enregistrement se fait sous contrôle de la vue sur l'écran du tube cathodique, et sous contrôle de l'ouïe par le son que produit la succession des Potentiels d'Action dans le haut-parleur.

TECHNIQUE -

L'installation comprend :

- des électrodes,
- un amplificateur,
- un enregistreur,
- des appareils de contrôle.

= Les électrodes peuvent être de plusieurs types :

. Les électrodes cutanées recueillent un grand nombre d'unités motrices et donnent un tracé complexe, car dans le muscle squelettique les unités motrices se succèdent et se substituent les unes aux autres sans aucun ordre apparent.

. Les électrodes intra-musculaires, elles, peuvent ne recueillir qu'un petit nombre de Potentiels d'Action. Ces électrodes sont basées sur la nécessité d'avoir des contacts aussi étroits que possible .

Les plus connues sont les aiguilles coaxiales de BRONK.

C'est une aiguille hypodermique ordinaire, dans la lumière de laquelle on a fixé un fil isolé. L'extrémité de celui-ci, dénudé seulement sur sa surface de section, affleure le biseau de l'aiguille. Cette aiguille sert à l'enregistrement monopolaire, l'électrode de référence étant le corps de l'aiguille et l'électrode active étant le fil axial isolé.

Un autre type d'aiguille utilisée en bipolaire, identique à la précédente, mais dans laquelle on a introduit, cette fois, deux fils isolés.

= Les amplificateurs : l'enregistrement des potentiels d'Action musculaire nécessitent un amplificateur différentiel, capable de reproduire une gamme de fréquence allant de 10 à 20.000 Hertz. Les différences de potentiels recueillies à amplifier ont une amplitude variable de 50 microvolts à 1 millivolt environ.

= Les enregistreurs : tous les appareils à plumes ont une inertie trop grande pour donner une inscription satisfaisante de ces courants. On doit avoir recours à un oscillographe cathodique et à une caméra.

= Les appareils de contrôle :

. L'oscillographe cathodique permet, à tout moment, de contrôler la forme et l'amplification des potentiels recueillis. En effet, l'amplitude générale de ces potentiels varie dans de larges limites d'un instant à l'autre, selon que tel ou tel élément, plus ou moins voisin des électrodes, entre en jeu. Il convient donc de régler l'amplification au moment même

de l'enregistrement. Il faut, en général, qu'un signal de 100 microvolts à l'entrée se traduise sur le tube cathodique par une image de 4 centimètres.

. L'écoute en haut-parleur : Elle complète le contrôle visuel en permettant, après une éducation suffisante de l'oreille, de juger de la régularité de répétition des potentiels d'action et, jusqu'à un certain point, de sa durée.

Faisons maintenant un bref rappel sur la stimulo-détection et la téléstimulation.

## STIMULO-DETECTION ET TELESTIMULATION

La stimulation directe du nerf isolé nécessite des amplitudes du stimulus très faibles, qui ne gênent pas la détection. HERING, en 1882, produit des réponses répétitives de fermeture à l'aide simplement du courant propre (dû au potentiel de démarcation du nerf), en ramenant le bout sectionné sur un point de la surface intacte du nerf.

Il en va autrement chez l'homme; la stimulation à travers la peau, nécessitant plusieurs dizaines de volts, provoque non seulement la stimulation recherchée, mais aussi la saturation des étages d'entrée de l'électromyographe. Le blocage cesse d'ailleurs rapidement, mais néanmoins, entre temps, la réponse a eu lieu et est donc impossible à enregistrer.

Le montage symétrique des étages d'entrée de l'électromyographe tend à pallier, dans une certaine mesure, cet inconvénient, à condition que les deux électrodes de recueil, reliées aux deux entrées symétriques, soient influencées au même moment, de la même façon, par le potentiel d'excitation.

Cette solution théoriquement convenable est irréalisable de façon complète dans la pratique et il faut lui adjoindre ou lui substituer l'isolement total de la source d'excitation.

L'appareil de téléstimulation qui va permettre la stimulo-détection va se schématiser ainsi :

- une source de courant continu, reliée au sujet

- par un contacteur laissant passer le courant pendant le temps désiré, cet ensemble étant parfaitement isolé de la terre.

Ce contacteur, en réalité, est purement électronique et est constitué par une pentode en série dont l'état de conduction est déterminé par le potentiel de grille.

Sans entrer davantage dans le détail des techniques spécifiquement électroniques, nous pouvons décomposer l'appareillage de la façon suivante :

- Le stimulateur classique de commande, pilotant, pendant la durée de passage des impulsions, le fonctionnement d'un émetteur.

- L'émetteur, fournissant une oscillation haute fréquence qui débute donc avec la fermeture de l'impulsion du stimulateur et cesse avec son ouverture. Cette oscillation haute fréquence (10 mégahertz) est transmise par fil ou sans fil au récepteur.

- Le récepteur, rendant conductrice la pentode de sortie qui joue le rôle d'interrupteur pendant le temps d'oscillation haute fréquence et uniquement pendant ce temps.

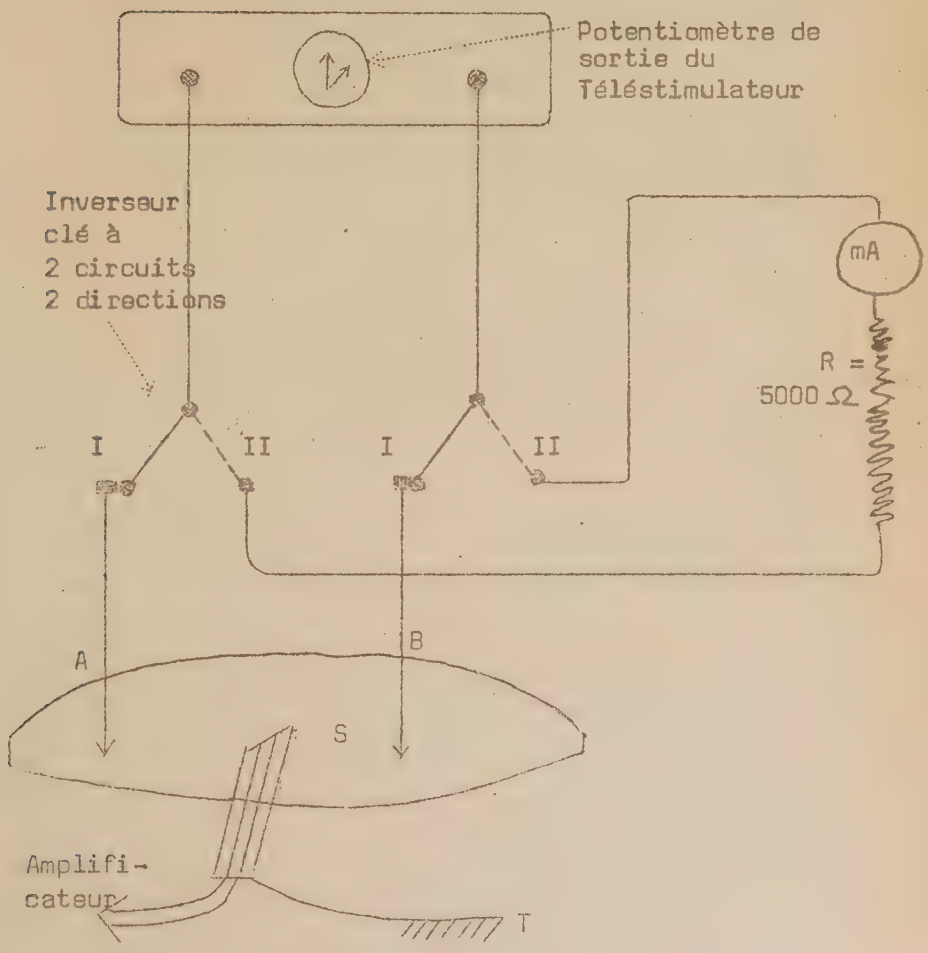
La source de stimulation est donc bien la pile, totalement isolée, sa mise en circuit étant déterminée par le stimulateur de commande ; l'amplitude, par un potentiomètre au niveau de la pile.

Procédons maintenant au mode opératoire.

## MODE OPÉRATOIRE

L'aiguille de réception d'électromyographie étant en place dans le corps musculaire, on stimule ce corps musculaire en plaçant les électrodes de stimulation symétriquement de part et d'autre de l'aiguille.

SCHEMA DE L'APPAREIL DE TELESTIMULATION



L'inverseur étant en position I, on stimule à l'aide d'un courant de longue durée, de façon à atteindre le seuil rhéobasique, l'apparition d'un potentiel d'Action musculaire apportant la preuve que l'on est au seuil de la fibre considérée.

- La clé est mise en position II, mettant alors en circuit avec le TELESTIMULATEUR un milliampèremètre et une résistance de 5.000 ohms. On règle alors le potentiomètre du téléstimulateur, de façon à doubler le chiffre lu sur le milliampèremètre.

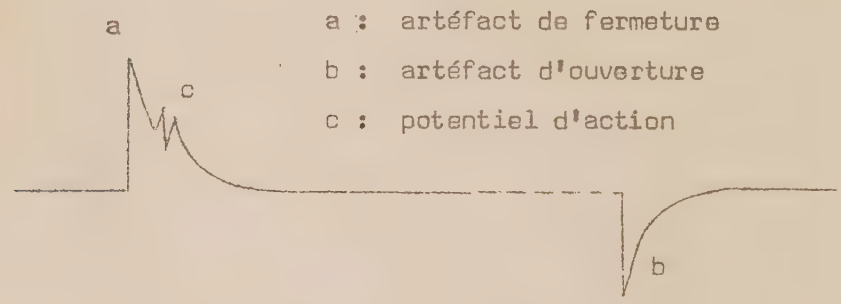
- Opérant alors en courant bref, on repasse en position I, et on augmente le temps de passage jusqu'à la réapparition du Potentiel d'Action.

On est ainsi certain que c'est bien la fibre sur laquelle on a mesuré la RHEOBASE qui a répondu avec un courant double de la rhéobase en durée brève.

## LES DIFFERENTS CAS POSSIBLES

### SYSTEME NEURO-MUSCULAIRE NORMAL

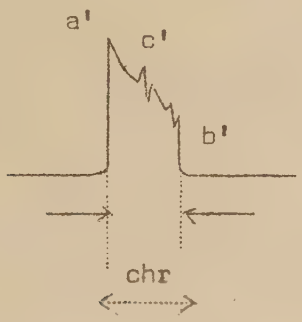
Dans ce cas, on recueille en courant de longue durée un potentiel normal, que l'on retrouve en stimulant avec un échelon rectangulaire de brève durée.



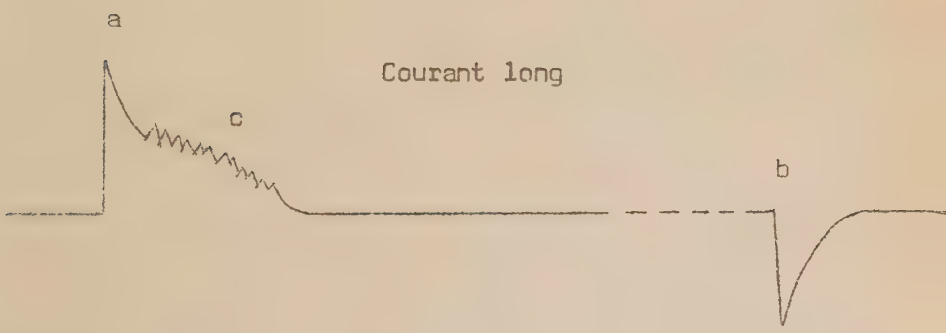
Avec un échelon rectangulaire de brève durée, nous avons :

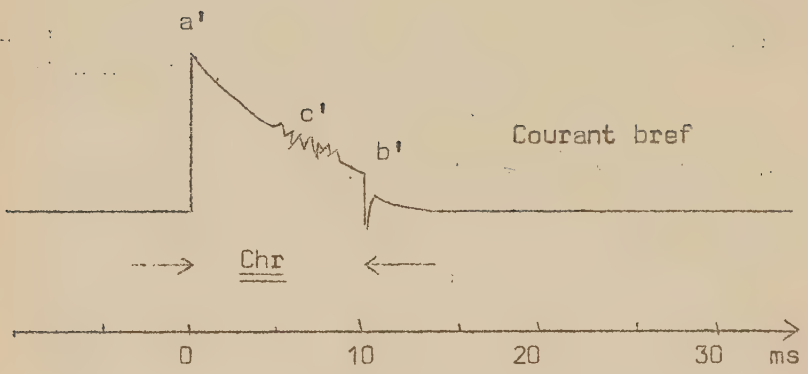
a'b' : durée du stimulus bref avec un courant d'intensité double de la rhéobase, c'est-à-dire la CHRONAXIE.

c' est le potentiel d'action.




Dans le cas de dégénérescence complète, nous obtenons en réponse une FIBRILLATION.




a'
c'
b'
Courant bref
Chr
0
10
20
30
ms

# C O N C L U S I O N

Nous avons montré, dans ce travail, la possibilité de faire appel aux techniques électromyographiques de stimulo-détection, pour déterminer les CHRONAXIES motrices neuro-musculaires.

A l'observation visuelle du seuil de contraction, cette méthode substitue l'apparition du potentiel d'action de la fibre musculaire stimulée. Ainsi sont absolument évitées :

- d'une part, les erreurs dues à l'existence de fibres inhomogènes ;

- d'autre part, celles dues aux distorsions du soulèvement de la peau, entraînées soit par l'éloignement de la fibre, soit par l'épaisseur des téguments.

Cette méthode doit permettre, en outre, la détermination, de façon précise, de toutes les caractéristiques qui, jusqu'à présent, étaient faites en prenant le SOULEVEMENT CUTANE comme repère.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur
de l'Académie de Paris,

J. ROCHE

Le Doyen
de la Faculté de Médecine,

G. CORDIER

Le Président
de la thèse,

H. DESGREZ

# B I B L I O G R A P H I E

ADRIAN, E.D.- The Mechanism of nervous action.- London Humphrey Milford, 1932.

ADRIAN, E.D. et BRONK, D.B.- The discharge of impulses in motor nerves fibres.- J. Physiol., 1929, XLVII, 119.

ALTHAUS Julius - Treatise on Medical Electricity . Ed. Longmans, Green and C°, London, 1873.

BOURGUIGNON, G.- Traité de Physiologie.- Ed. Masson, Paris, 1929.

BOURGUIGNON, G.- La Chronaxie.- Nouveau Traité de Médecine, Fasc. 18, Ed. Masson, 1929.

BOURGUIGNON, G.- La Chronaxie chez l'homme.- Ed. Masson, 1923.

BOURGUIGNON G., CARDOT H., LAUGIER H.- Localisation des excitations de fermeture et inversion artificielle.- Soc. de Biol., 13 Juillet 1912.

BOURGUIGNON G. et BARRE A.- Essai de détermination de la chronaxie à travers la peau.- C.R. Soc. de Biologie, LXXVII, Octobre 1914.

BUCHTAL F. and LINDHARD J.- The physiology of striated muscle fibre.- Copenhague, 1940.

CLOSE J.R., NICKEL E.D. et TODD F.N.- Représentation de l'unité motrice.- The Journal of Bone and Joint Surgery, Octobre 1960.

DANA M., VALLEE G. et MICHEL J.R.- Physiologie de l'excitabilité neuro-musculaire.- Feuillets d'Electroradiologie, N° 8, Mars-Avril 1962.

DELHERM L.- Nouveau traité d'électroradiothérapie.- Ed. Masson, 1951.

DUHEM P.- L'électrodiagnostic.- Ed. Gauthier-Villars, Paris, 1928.

DUMOULIN J.- Précis d'Electromyographie.- Ed. Maloine, 1959.

DUMOULIN J. et AUCREMANNE Ch.- L'électromyogramme normal.- Feuillets d'Electroradiologie, N° II, Septembre-Octobre 1962.

HUMBERT R.- La stimulo-détection ; son intérêt par rapport à l'électrodiagnostic classique qualitatif et quantitatif.- Symposium d'Electromyographie, Charleroi, 28 Octobre 1961.

HUMBERT R. et BOURGUIGNON G.- Ce qu'il faut conserver de l'électrodiagnostic classique à la lumière de la chronaxie.- Archives Neurologiques, Août-Septembre 1939.

HUMBERT R., DEHOUVE et LAGUET - L'utilisation en clinique de la téléstimulation.

LAPICQUE L.- Excitabilité en fonction du temps.- Presses Universitaires, Paris, .1929.

LAPICQUE L.- Chronaxie et applications physiologiques. Ed. Hermann, Paris, 1938.

LAPICQUE L.- Techniques nouvelles pour l'électrodiagnostic.- C.R. Acad. des Sciences, 22 Novembre 1915.

LAPICQUE L.- L'isochronisme neuro-musculaire et l'excitabilité rythmogène.- Ed. Hermann, 1946.

LAPICQUE L.- Les muscles.- Traité de Physiologie Normale et Pathologique, Ed. Masson, VIII, 1929.

LEFEBVRE J.- Les systèmes itératifs, leur importance en électrologie.- Thèse Paris, 1938.

LEFEBVRE J. et LERIQUE J.- Notes sur l'EMG élémentaire.- C.R.S. Biol., CXXXVII, 636, année 1943.

LEFEBVRE J., LECOEUR P. et LERIQUE J.- L'électrodiagnostic par puncture.- Journées d'Electroradiologie, 1942-1943, XXV.

LERIQUE J.- Electromyographie chez l'homme.- Thèse Paris, N° 167, 1944.

MENSCH, CALVET, LEBEAU, MENSCH-DUCHENE et PICHARD - Apport des techniques électromyographiques à la détermination des chronaxies motrices de l'homme.- Journal d'Electroradiologie, T.45, N° 12, 1964.

MENSCH-DECHENE - Stimulation du nerf par les courants à établissement progressif.

MION R.J.- La dissociation des seuils.- Thèse Paris, 1939.

MONNIER A.M., BENOIT Ph., MONNIER A.- Propriétés générales du nerf et du muscle.- Revue annuelle de Physiologie, Ed. Hermann, Paris, VII, 1938.

QUEVAUVILLER - Excitabilité et chronaxie.- Presse Médicale, Nº 46, 8-VI-1957.

WEISS P.A.- Selectivity controlling the central peripheral relations in nervous system.- Biol. Rev., II, 1936.